

特開平 6-3747

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Patent Office Gazette (A)

(11) Patent No. 6-3747

(43) Laid-open date: January 14, 1994

(21) Application No. 4-183071

(22) Application date: June 17, 1992

(71) Applicant: 000001085

Kuraray Co., Ltd.

1621, Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-8622, Japan

(72) Inventors: Masaki ISHII, Ichiro MATSUZAKI, Hiroshi
KUWATA

c/o Kuraray Co., Ltd., 2-28, Kurashiki-cho, Nakajo-machi,
Kitakanbara-gun, Niigata 959-2691, Japan

[Title of the Invention] REAR PROJECTION SCREEN

[Abstract]

[Object] An object of the invention is to reduce a depth dimension or an overall size of a rear projection TV by using a rear projection screen employing a linear Fresnel lens sheet, optical characteristics of which is improved, and which can be efficiently produced.

[Constitution] A linear Fresnel lens sheet used in a rear projection screen according to the invention has its Fresnel lens surface on the light exit side, is manufacturable by extrusion, and has a thickness and a pitch such that a moiré does not occur.

[Claims]

特開平 6-3747

[Claim 1] A rear projection screen for use in a rear projection TV set having a projection optical system in which light is projected onto a screen asymmetrically with respect to the vertical direction, the rear projection screen being characterized by comprising: a lenticular lens sheet having an entrance lens, an exit lens located at a light condensing part where light is concentrated by the entrance lens, and a light absorber layer located at a part other than the light condensing part; a circular Fresnel lens sheet; and a linear Fresnel lens sheet, the three lens sheets being disposed in the order of the description from the viewer side, and a lens surface of the linear Fresnel lens sheet being on the light outgoing side thereof.

[Claim 2] The rear projection screen of claim 1, characterized in that the linear Fresnel lens has a thickness of 0.5 to 1.4 mm.

[Claim 3] The rear projection screen of claim 1 or 2, characterized in that among the three sheets the circular lens sheet has the largest thickness and provides the largest part of a mechanical strength of the screen, and the linear Fresnel lens sheet is warped in a direction perpendicular to a direction of a lens element thereof to be convex on its lens surface side by 50 to 150 mm per meter.

[Claim 4] The rear projection screen of any one of claims 1 to 3, characterized in that a pitch P_f of the circular Fresnel lens is determined to establish a relationship satisfying an expression 1, with a pitch P_L of the lenticular lens and a pitch

特開平 6-3747

P_{LF} of the linear Fresnel lens, and pitches $P_{1,2}$, $P_{1,1}$, $P_{2,1}$ of lines of intersection points of dark lines generated by the lenticular lens and the linear Fresnel lens, respectively, the lines extending in different directions passing through coordinate points $(1, 2)$, $(1, 1)$ and $(2, 1)$, respectively.

$$n + 0.2 \leq P_X / P_F \leq n + 0.45 \text{ or}$$

$$n + 0.55 \leq P_X / P_F \leq n + 0.8$$

where n is a positive integer, and $P_X = P_L, P_{LF}, P_{1,1}, P_{1,2}, P_{2,2}$.

... (1)

[Claim 5] The rear projection screen of any one of claims 1 to 4, characterized in that a surface (a rise surface) connecting a ridge and a valley of the lens surface of the linear Fresnel lens is designed to have an angle not to interfere with an outgoing light beam.

[Claim 6] The rear projection screen of any one of claims 1 to 5, characterized in that an end part of each lens-constituting element of the linear Fresnel lens has a roundness having a curvature radius of 50 μm or more.

[Claim 7] The rear projection screen of any one of claims 1 to 6, characterized in that a thin layer is formed on at least one of surfaces of the lens sheets constituting the screen, the thin layer having a refractive index lower than that of a material of the lens sheet on which the thin layer is provided.

[Claim 8] The rear projection screen of any one of claims 1 to 7, characterized in that at least one of the circular Fresnel lens sheet and the linear Fresnel lens sheet contains a visible radiation absorbing material.

特開平 6-3747

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Utilization]

The present invention relates to an image projection screen for an image display device of rear projection type.

[0002]

[Prior Art]

As a rear projection screen, there has been often employed a two-lens structure as shown in Fig. 11 where a Fresnel lens sheet for concentrating a light beam as projected from a projection tube, on the viewer side is combined with a lenticular lens on which an image is formed and which distributes the light in the horizontal and vertical directions. In this structure, to display an image, light is projected onto a rear surface of the screen in a direction perpendicular to the surface, as shown in Fig. 12, thereby increasing the depth dimension of the device. Decreasing the depth dimension reduces the projection distance, which causes increase in color shift.

[0003]

To alleviate this problem, JP-A-57-109481, JP-A-59-9649 and JP-A-59-15925, for instance, have proposed a method for reducing the depth dimension of the device, as shown in Fig. 2, while ensuring a capability equal to that of the conventional device. Namely, as shown in Fig. 1, it is arranged such that a projected light beam is obliquely incident on the screen and

特開平 6-3747

an optical element for changing the direction of the light beam such as a linear Fresnel lens sheet and a prism sheet is disposed on the light incoming side of the screen so that the projected light beam is perpendicularly incident on the circular Fresnel lens sheet. As shown in Fig. 3, it is also possible to produce a rear projection TV having an appearance similar to that of a direct-view TV, by reducing the height of the display device based on the principle described above.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

When actually producing a linear Fresnel lens and a prism using a translucent resin such as poly-methyl methacrylate and poly-carbonate, a production method such as pressing, casting, ultraviolet curing, and roll extrusion may be employed. Compared to roll extrusion, pressing, casting and ultraviolet curing are better in transferability of Fresnel or prism shape into products, but lower in productivity, since roll extrusion is a batch production method. On the other hand, roll extrusion, which is a continuous forming method, can produce a large volume of lens sheets at low cost. However, in roll extrusion, enough time can not be ensured for shape forming; namely, the sheet or prism is separated from a roll die before the resin is not sufficiently cooled and solidified in the desired Fresnel or prism shape, and the Fresnel lens sheet or prism as an end product does not retain the shape of the die roll as is.

[0005]

The addition of the linear Fresnel lens or the prism to

the screen generates a moiré, as shown in Fig. 6, between a line of light intersection points derived from a lens pattern of the lens surface of the linear Fresnel lens and that of the lenticular lens, and the circular Fresnel lens, in addition to a moiré occurring between the circular Fresnel lens and the linear Fresnel lens or the prism. It has been found that mere application of a conventionally known relationship between the lenticular lens and the circular Fresnel lens to the linear Fresnel lens can not resolve the newly generated moiré.

[0006]

Since the increase in the number of lens sheets constituting the screen increases the number of surfaces reflecting light, loss of light due to reflection of the projected light increases, leading to problems such as a dark screen and a pale screen due to increase in reflection of the outside light.

[0007]

Further, in addition to a conventionally existing ghost due to stray light inside the circular Fresnel lens, a ghost due to the linear Fresnel lens or the prism occurs. The latter ghost appears in two ways; that is, a phenomenon that two of an image are seen occurs, and a rainbow-like pattern appears when the screen is white.

[0008]

In the case where the screen as attached to the TV set is transported, when the lens surface of the linear Fresnel lens faces the circular lens sheet, abrasion occurs in the lens

特開平 6-3747

surface due to frictional contact between the two sheets, making the screen clouded.

[0009]

The invention provides a sophisticated rear projection screen which is manufactured by roll extrusion with a high productivity, by properly selecting the thickness, lens pitch, etc. of the linear Fresnel lens to solve the above problems.

[0010]

[Means for Solving the Problems]

To solve the above problems, the inventors conducted various experiments and revealed the following facts. To begin with, a structure of a rear projection screen according to the present invention is described.

[0011]

In a TV screen having an optical system in which projected light is obliquely incident on the screen as shown in Fig. 1, in a case where a linear Fresnel lens is not included, brightness of images is very low when viewed from the front side of the screen. This is because that since there is a directivity as the diffusion characteristic of a lenticular lens, the light intensity is the strongest in the direction along which the light enters into the lenticular lens and rapidly lowers as deviated from the light entering direction, and the direction in which the viewer sees the screen is different from the light incident direction. Hence, it is required to dispose a linear Fresnel lens to change the direction in which the projected light enters the circular Fresnel lens to be perpendicular to

the plane of the screen. The light incident on the linear Fresnel lens passes along the path shown in Fig. 4, changing its direction.

[0012]

When a lens surface of the linear Fresnel lens mentioned above is on the light incoming side, the light entering the linear Fresnel lens through a hatched portion shown in Fig. 5 does not go out in a correct direction, lowering the coefficient of utilization of the light entered. Thus, it has been found that the disposing the linear Fresnel lens with its lens surface on the light incoming side thereof is inappropriate.

[0013]

There will be next described a moiré occurring in a screen of three-lens structure, and countermeasures taken against the moiré. It has been conventionally known (as disclosed in JP-A-61-269135) that in a screen of two-lens structure a moiré is less noticeable when the ratio of a pitch P_L of the lenticular lens to a pitch of the circular Fresnel lens satisfies the following expression:

$$n + 0.35 \leq P_L / P_F \leq n + 0.45 \text{ or}$$

$$n + 0.55 \leq P_L / P_F \leq n + 0.65$$

where n is a positive integer. ... (2)

When a linear Fresnel lens is added to this two-lens structure, conditions of the lenses must be selected, not only taking account of a pitch P_{LF} itself of the linear Fresnel lens, but also in order to make the moiré occurring at a position shown in Fig. 6 less noticeable. The moiré shown in Fig. 6 occurs

特開平 6-3747

by an interference between the circular Fresnel lens and lines of intersection points of respective lens elements of the linear Fresnel lens and lenticular lens, which lines extend in directions to pass through the coordinate points (1, 2), (1, 1) and (2, 1), respectively, as shown in Fig. 7. Pitches of the lines of the intersection points in respective directions are expressed by expressions 3-1, 3-2, 3-3, respectively.

[0014]

[Expression 1]

$$P_{1,2} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{(2P_L)^2 + P_{LF}^2}} = \frac{0.5yP_L}{\sqrt{1 + (0.5y)^2}} \quad \dots(3-1)$$

$$P_{1,1} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{P_L^2 + P_{LF}^2}} = \frac{yP_L}{\sqrt{1 + y^2}} \quad \dots(3-2)$$

$$P_{2,1} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{P_L^2 + (2P_{LF})^2}} = \frac{yP_L}{\sqrt{1 + (2y)^2}} \quad \dots(3-3)$$

$$y \leq \frac{P_{LF}}{P_L}$$

On the lines of intersection points and at the linear Fresnel lens, the degree of modulation, which causes the moiré, is low, compared to at the lenticular lens. Thus, it has been found that an arrangement satisfying the condition expressed by the following inequality (1) can make the moiré less noticeable.

[0015]

$$n + 0.2 \leq P_X / P_F \leq n + 0.45 \text{ or}$$

$$n + 0.55 \leq P_X / P_F \leq n + 0.8$$

where n is a positive integer, while P_X is P_{LF} , $P_{1,1}$, $P_{1,2}$, $P_{2,2}$.

... (1)

The condition of the expression (1) indicates that when P_X and P_F are in a relationship such that the ratio of P_X to P_F is close to an integral multiple, a pitch of the moiré is large, making the moiré easily noticeable, and when the relationship between P_X and P_F is such that the ratio of P_X to P_F deviates from integral multiples, the pitch of the moiré is small, making the moiré pale and less noticeable. Since at a value around $n + 0.5$ a moiré of high harmonic occurs, such a value is inappropriate.

[0016]

By determining the pitch of the linear Fresnel lens to entirely satisfy the condition of the expression (1) while a combination of the lenticular lens and the circular Fresnel lens satisfying the expression (2), a rear projection screen where the moiré is less noticeable can be obtained.

[0017]

The present inventors have found that it becomes possible to stably and economically produce a linear Fresnel lens sheet by using as a material a translucent resin formable by extrusion such as poly-methyl methacrylate and poly-carbonate, and by roll forming, when the linear Fresnel lens sheet has a shape as described below.

[0018]

The linear Fresnel lens has a shape as shown in Fig. 4, and projected light passes along the shown light path, turning

its direction. Where the shape forming of the linear Fresnel lens is not perfect, a shape of an end part of each lens-constituting element is rounded as shown in Fig. 4. When the rounding is large, a part of the projected light is bent to a direction different from the desired direction, causing inconveniences such as uneven screen brightness. Regarding this rounding, however, a portion of the end part of each lens-constituting element is not utilized, as shown in Fig. 4, and thus no problem is caused while the rounding is within this range. Further, when at least about 90% of the Fresnel lens surface extends straight, the screen does not suffer from any problems. It is rather preferable to have each end part rounded to some extent for preventing the abrasion due to the frictional contact with the circular Fresnel lens, and this effect can be expected when the curvature radius of each end part is 50 μ m or more.

[0019]

In the roll extrusion method, the thinner a material plate or sheet is, the better a shape can be formed, and to satisfy the above-described conditions the thickness should be 1.4 mm or smaller. On the other hand, when the thickness is 0.5 mm or smaller, forming a shape by the extrusion is different and the formed article is fragile and easily broken. Thus, the thickness of the material plate or sheet should be 0.5 mm or more.

[0020]

There will be now described light rays called a ghost which

特開平 6-3747

go out in directions other than the direction of the main light. As a result of analysis on the ghost, it has been found that there are two causes inviting the ghost. The first is that when an angle formed between a surface (a "rise surface") connecting a ridge and a valley of the Fresnel surface of the linear Fresnel lens and its adjacent less inclined surface is smaller than an angle formed between a path of outgoing light and the less inclined surface, as shown in Fig. 8, light reflected by the rise surface is seen in a direction other than the desired direction, causing occurrence of a rainbow-like pattern when a white screen is displayed. To prevent this, the angle of the rise surface should be determined not to interfere with the outgoing light.

[0021]

The second is due to light shielding inside the circular and linear Fresnel lenses. This can be alleviated by providing a visible light absorbing material inside at least one of the circular and linear Fresnel lenses so as to reduce a double image called ghost due to reflection inside the lens sheets. This is because a light beam having entered a lens sheet containing the visible light absorbing material is reflected on a lens surface of an exit side and again reflected by an entrance surface, and then goes out toward the viewer, and such a light beam passes along a longer path through a layer containing the visible light absorbing material than a light beam directly passing through the lens sheet does.

[0022]

特開平 6-3747

To prevent the phenomenon of the dark screen due to the increase in the surface reflection, there is formed on at least one of all surfaces of lens sheets constituting the screen, a thin layer having a refractive index lower than that of a lens sheet material. The method of forming this thin layer may be dip coating or vapor deposition, for instance. By this arrangement, the surface reflection is reduced and attenuation of the transmitted light decreases, and thereby a bright screen can be obtained. Since the reflection of the outside light is also reduced, contrast improves.

[0023]

In the screen of three-lens type, it is effective to beforehand warp the linear Fresnel lens to be convex in a direction perpendicular to the plane of the linear Fresnel lens, in order to prevent occurrence of a clearance between the linear and circular Fresnel lens sheets due to warpage of the linear Fresnel lens sheet caused by water absorption or other reasons. A suitable amount of the warpage of the linear Fresnel lens is 50 mm to 150 mm per meter, and it has been found that a smaller warpage does not give the effect while a larger warpage adversely generates a clearance in the initial state.

[0024]

[Operation]

According to the above-described arrangement of the invention, a screen of an image display device of thin rear projection type can be obtained at a low cost.

[0025]

特開平 6-3747

[Embodiments]

Embodiment 1 A linear Fresnel lens used in a screen having the structure shown in Fig. 1 was produced as a specimen. The size thereof is 40 inches in diagonal length, 0.9 mm in thickness, and 0.5 mm in pitch. The Fresnel angle continuously changes between 27.5 to 39.5 degrees. Fig. 9 shows a cross-sectional view of a part of the Fresnel lens surface of the specimen where the Fresnel angle is 39 degree, and its vicinity.

[0026]

In the state shown in Fig. 9, light passes along the optical path as shown and goes out. Since the light beam is not interfering with the rounded end part of each lens-constituting element, it is determined that satisfactory shape forming is achieved. In addition, since the rise surface is provided at an angle not to interfere with the outgoing light, a ghost due to the rise surface is not occurring.

[0027]

The lens sheet was attached in the structure shown in Fig. 1 in a combination with a circular Fresnel lens sheet having a pitch of 0.136 mm and a lenticular lens sheet having a pitch of 0.9 mm. A relationship between the pitch of the circular Fresnel lens sheet and respective pitches of the linear Fresnel and lenticular lens sheets is indicated in Table 1 where the relationships of the expressions (1) and (2) are satisfied. When an image projected onto the screen in an oblique direction in this state was evaluated, the image was good and uniform in brightness and the moiré was less noticeable.

[0028]

Table 1

	L. F	(1, 1)	(1, 2)	(2, 1)	L
P	0.5	0.4472	0.2425	0.3536	0.9
P/P _F	3.676	3.288	1.783	2.60	6.618

The amount of warpage of the linear Fresnel lens sheet in the direction perpendicular to its lens surface to be convex on the lens surface side was 50 mm (80 mm per meter). Consequently, a clearance did not occur between the linear Fresnel lens sheet and the circular Fresnel lens sheet after the screen had been exposed to an environment where the temperature was 60°C and the humidity was 80% for a week after assembling.

Comparative Example Where the linear Fresnel lens was made with a thickness of 1.5 mm, a product having a shape as shown in Fig. 10 was obtained. If this product is used in a screen, the screen becomes dark, and therefore the product is not suitable for use as a linear Fresnel lens for a rear projection screen.

[0029]

Where the linear Fresnel lens of the embodiment 1 was made with its lens pitch being 0.6 mm, a moiré extending in an oblique direction occurred in the screen. In this case, the ratio of the pitch of the line passing through the coordinate point (1, 2) to the pitch of the circular Fresnel lens was 2.11. This does not satisfy the condition defined by the expression (1).

[0030]

When a linear Fresnel lens sheet where a rise angle was 0° at all lens-constituting elements, as shown in Fig. 8, was attached to the screen, a ghost occurred with an intended image, and a rainbow-like pattern appeared when a white screen was displayed.

Embodiment 2 In the screen of the embodiment 1, the circular Fresnel lens was coated with Cytop (registered trademark) by ASAHI GLASS CO., LTD. by dip coating and in a thickness of 120 nm, and the light transmittance of the screen was measured. The refractive index of the circular Fresnel lens sheet was 1.494 while that of the Cytop is 1.34. Consequently, the transmittance which was 92% without the coating was raised to 97.4% by providing the coating, exhibiting an improvement in transmittance.

Embodiment 3 In the screen of the embodiment 1, the circular Fresnel lens sheet was made to contain a visible light absorbing material so that the transmittance thereof became 85% of that of the circular Fresnel lens sheet which did not contain such a visible light absorbing material. By using this screen, the intensity of the desired light or main light became 85%, while the light intensity of the double image became about 20%, of the light intensity in an arrangement where the absorbing material was not provided, since the light path of the double image was substantially ten times longer than that of the main light. Thus, the double image became almost invisible.

[0031]

[Effects of the Invention]

As illustrated above, by using the linear Fresnel lens sheet produced in a shape according to the invention, there can be obtained a screen for a thin projection TV which is stable and shows a less moiré.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a view showing a principle of a rear projection screen of the invention and an example where it is applied to a projection system.

[Fig. 2] Fig. 2 a view showing a principle of a rear projection screen of the invention and an example where it is applied to a projection system.

[Fig. 3] Fig. 3 a view showing a principle of a rear projection screen of the invention and an example where it is applied to a projection system.

[Fig. 4] Fig. 4 is a view for explaining an optical path in the linear Fresnel lens of the invention, and for illustrating a comparative example.

[Fig. 5] Fig. 5 is a view for explaining an optical path in the linear Fresnel lens of the invention, and for illustrating a comparative example.

[Fig. 6] Fig. 6 is a view illustrating a moiré solved by the invention and a cause thereof.

[Fig. 7] Fig. 7 is a view illustrating a moiré solved by the invention and a cause thereof.

[Fig. 8] Fig. 8 is a view illustrating a countermeasure against a ghost, according to the invention.

[Fig. 9] Fig. 9 is a view illustrating a countermeasure against a ghost, according to the invention.

[Fig. 10] Fig. 10 is a view for explaining an embodiment of the invention and a comparative example.

[Fig. 11] Fig. 11 is a view illustrating a structure of a conventional rear projection screen and its projection system.

[Fig. 12] Fig. 12 is a view illustrating a structure of a conventional rear projection screen and its projection system.

Drawings:

レンズ	lens
空気	atmosphere
ゴースト	ghost
方向	direction

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-3747

(43)公開日 平成6年(1994)1月14日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 3 B 21/62

識別記号

庁内整理番号

7316-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-183071

(22)出願日 平成4年(1992)6月17日

(71)出願人 000001085

株式会社クラレ

岡山県倉敷市酒津1621番地

(72)発明者 石井 正樹

新潟県北蒲原郡中条町倉敷町2-28 株式
会社クラレ内

(72)発明者 松崎 一朗

新潟県北蒲原郡中条町倉敷町2-28 株式
会社クラレ内

(72)発明者 桑田 広志

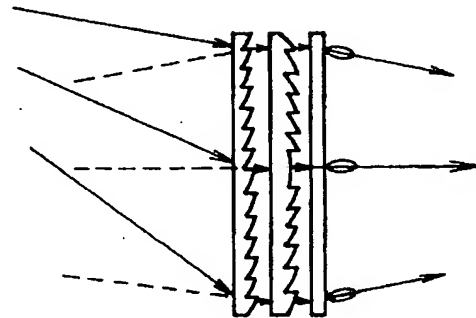
新潟県北蒲原郡中条町倉敷町2-28 株式
会社クラレ内

(54)【発明の名称】 背面投射型スクリーン

(57)【要約】

【目的】 本発明は、光学的特性を改良し、かつ生産性の良いリニアフレネルレンズシートを用いた背面投写型スクリーンを使用することにより、背面投写型TVの薄型化あるいは小型化を図ることを目的とする。

【構成】 本発明の背面投写型スクリーンに使用されるリニアフレネルレンズシートは、フレネルレンズ面を光の出射側に形成し、押出し成形法で製造でき、かつ、モアレ縞が生じないように、厚さおよびピッチを、設計したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スクリーンに投影光を垂直方向に非対称に入射する投射光学系を有する背面投射型 TV 装置に用いられる背面投射型スクリーンにおいて、入射レンズとそれにより集光される光集光部に射出レンズを、その非集光部に光吸収層を配したレンチキュラーレンズシートと、サーキュラーフレネルレンズシートおよびリニアフレネルレンズシートの 3 枚のレンズシートが観視者側から順に構成され、かつ、該リニアフレネルレンズシートのレンズ面がその射出側に設けられていることを特徴とする背面投射型スクリーン。

【請求項 2】 リニアフレネルレンズシートの厚さが、 $0.5 \sim 1.4 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の背面投射型スクリーン。

$$n + 0.2 \leq P_x / P_f \leq n + 0.45$$

$$\text{あるいは } n + 0.55 \leq P_x / P_f \leq n + 0.8$$

(1)

n は正の整数

$$P_x = P_L, P_{LF}, P_{1,1}, P_{1,2}, P_{2,1}$$

【請求項 5】 リニアフレネルレンズのフレネル面の山と谷を結ぶ面（ライズ面）が、射出光束を遮らない角度に設計された請求項 1～4 に記載の背面投射型スクリーン。

【請求項 6】 リニアフレネルレンズのレンズ構成要素の先端が、曲率半径 $50 \mu\text{m}$ 以上の丸みを有することを特徴とする、請求項 1～5 に記載の背面投射型スクリーン。

【請求項 7】 スクリーンを構成するレンズシートが形成する面の少なくとも 1 方の面にレンズシート材料よりも低い屈折率を有する薄膜を設けることを特徴とする請求項 1～6 に記載の背面投射型スクリーン。

【請求項 8】 サーキュラーフレネルレンズシート、リニアフレネルレンズシートの少なくとも一方が、可視光吸収材料を含むことを特徴とする請求項 1～7 に記載の背面投射型スクリーン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の利用分野】 本発明は、背面投射型の画像表示装置における画像投影スクリーンに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、背面投射型のスクリーンとしては、図 11 に示すように投射管より投射される光束を観視者の方向に集める、フレネルレンズシートと、画像が結像し、水平、垂直方向に光を分配させるレンチキュラーレンズを有するレンチキュラーレンズシートとを組み合わせた 2 枚式のスクリーン構成が多く採用されている。そしてこの構成においては、スクリーンに対して図 12 に示すように背面よりスクリーンに垂直な方向から光を投射して画像を表示する配置となるため、装置の奥行きが大きくなる。奥行きを小さくしようとすると、投射距離が短くなり、カラーシフトが大きくなるという傾

【請求項 3】 3 枚のシートの中でサーキュラーレンズシートの厚さが最も厚く、スクリーンの構造強度の最も多くを担い、リニアフレネルレンズシートが、レンズ面を凸にして、レンズ要素の方向と、垂直な方向に 1 m 当り $50 \sim 150 \text{ mm}$ の反りが与えられていることを特徴とする請求項 1～2 に記載の背面投射型スクリーン。

【請求項 4】 サーキュラーフレネルレンズのピッチ (P_f) が、レンチキュラーレンズとリニアフレネルレンズのピッチ (P_L および P_{LF}) および、レンチキュラーレンズとリニアフレネルレンズによつて作られる暗線の交点からなる交点列の (1, 2) 方向、(1, 1) 方向、(2, 1) 方向のピッチ $P_{1,2}$, $P_{1,1}$, $P_{2,1}$ との間に、式 1 の関係が成り立つことを特徴とする請求項 1～3 に記載の背面投射型スクリーン。

向があった。

【0003】これを改善するため、特開昭 57-109481、同 59-9649、同 59-15925 等に図 1 に示すようにスクリーンに対して投射光を斜めに入射し、前記スクリーンの入射面側にリニアフレネルレンズシートやプリズムシート等の光束の向きを変える光学素子を配して、サーキュラーフレネルレンズシートに対して垂直に投射光が入射するようにすることで従来と同等の性能を維持しながら、図 2 に示すように、装置の薄型化を図る方法が提案されている。また、図 3 に示すように、同様の考え方により、装置の高さを短縮し、直視型 TV と同様の外観をした、背面投射型 TV を作ることもできる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 実際にポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート等の透光性樹脂を用いてリニアフレネルレンズおよびプリズムを作製する場合に製造法としては、プレス法、キャスト法、紫外線重合法、ロール押し出し法などがある。これらの方法のうち、プレス法とキャスト法および紫外線重合法は、フレネル形状やプリズム形状の製品への転写性は、ロール押し出し法に比べ良好であるが、パッチ式の製造法であるため、ロール押し出し法に比べ生産性が悪い。一方、ロール押し出し法は、連続成形法であるため、安価に大量のレンズシートを製造することが可能である。しかし、連続法であるため、賦形に時間がかかけられず、即ち、樹脂が充分に冷却されてフルネル形状やプリズム形状が固定する前にロール型から離れるために、金型ロールの形状がそのまま転写されないという問題を有している。

【0005】また、新たにリニアフレネルレンズまたはプリズムがスクリーンに加わることにより、サーキュラーフレネルレンズとの間で生じるモアレ縞の他に、リニアフレネルレンズのピッチパターンとレンチキュラーレンズのピッチパターンの間で発生する交点列と、サーキ

ュラーフレネルレンズとの間にも図6に示すようなモアレを生じ、これまでのレンチキュラーレンズとサーキュラーフレネルレンズとのピッチの関係をリニアフレネルレンズに適用するだけでは、新たに発生したモアレ縞には対応できないことが明らかになった。

【0006】スクリーンを構成するレンズシートの枚数が増えたことにより、光の反射面が増えたため、投射光の反射によるロスが増加して、画面が暗くなったり、外光の反射が増え、画面が白っぽく見える等の問題が生じる。

【0007】更に、これまでもあった、サーキュラーフレネルレンズ内部での迷光に起因するゴーストの他に、リニアフレネルレンズ又はプリズムに起因するゴーストも生じる。このゴーストには、2種類の見え方がある。1つは、像が2重に見えるという現象で、もう1つは白画面とした際に虹状の模様が生じるというものである。

【0008】また、TVセットに取り付けた状態で輸送した場合等、リニアフレネルレンズのレンズ面が、サーキュラーレンズシート側を向いていると、両シート擦れにより傷が付き、画面が白く曇ってしまうという問題もある。

【0009】本発明は、上記問題について、リニアフレネルレンズの厚さ、レンズピッチ等選択することによって、ロール押し法により生産性の高い、高性能な背面投射型スクリーンを提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため

$$n + 0.35 \leq P_L / P_F \leq n + 0.45$$

$$\text{または、} n + 0.55 \leq P_L / P_F \leq n + 0.65$$

式2

nは正の整数

の範囲にあればモアレ縞は目立たなくなることが知られている。(特開昭61-269135)ここにリニアフレネルレンズが加わった場合には、リニアフレネルレンズのピッチ P_L との関係だけではなく、図7で示される、リニアフレネルレンズとレンチキュラーレンズのレンズ要素の交点を作る、(1, 2), (1, 1),

に、種々の実験を行ない、以下のことが明らかになった。まず、本発明の背面投射型スクリーンの構成について説明する。

【0011】図1に示すようにスクリーンに斜めに投射光が入射する配置の光学系を有するTVのスクリーンにおいて、リニアフレネルレンズが設けられない場合は、レンチキュラーレンズの拡散特性に指向性があり、入射方向と同方向に最も強く、その方向からずれるに従って急激に強度が落ちるため、入射方向とは異なる方向であるスクリーン正面では、画像が非常に暗くなる。そのため、リニアフレネルレンズを設けることで、サーキュラーレンズシートに入射する投射光が、スクリーンに対して垂直に入射するように変える必要がある。この時、リニアフレネルレンズに入射した光は、図4に示したような光路を通り、方向が変えられる。

【0012】ここで、上で述べた、リニアフレネルレンズのレンズ面が、入射側を向いていた場合には、図5に示すように、斜線部を通り入射した光は、正規の方向に出射されず、入射した光の利用効率が低くなってしま

う。このため、リニアフレネルレンズ面は、リニアフレネルレンズシートの入射側に設けることは、不適当であることがわかる。

【0013】次に3枚構成のスクリーンに生ずるモアレと、その対策について述べる。これまで2枚式のスクリーンにおけるモアレに対しては、レンチキュラーレンズのピッチ P_L とサーキュラーフレネルレンズのピッチとの比が式2

(2, 1)方向の交点列との干渉により、図6で示した位置に生じるモアレ縞も、目立たなくなる条件を選ぶ必要がある。ここで、(1, 2), (1, 1), (2, 1)各方向の交点列のピッチは、それぞれ式3-1, 2, 3で表される。

【0014】

【数1】

$$P_{1.2} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{(2P_L)^2 + P_{LF}^2}} = \frac{0.5 y P_L}{\sqrt{1 + (0.5 y)^2}} \quad \dots \text{式3-1}$$

$$P_{1.1} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{P_L^2 + P_{LF}^2}} = \frac{y P_L}{\sqrt{1 + y^2}} \quad \dots \text{式3-2}$$

$$P_{2.1} = \frac{P_L P_{LF}}{\sqrt{P_L^2 + (2P_{LF})^2}} = \frac{y P_L}{\sqrt{1 + (2y)^2}} \quad \dots \text{式3-3}$$

$$y \leq \frac{P_{LF}}{P_L}$$

これらの交点列および、リニアフレネルレンズはレンチキュラーレンズに比べ、モアレ縞の原因となる縞の変調度が弱いため、式2の条件に比べ若干条件の緩和された

$$n + 0.2 \leq P_x / P_f \leq n + 0.45$$

$$\text{または、} n + 0.55 \leq P_x / P_f \leq n + 0.8$$

n は正の整数

P_x は P_{LF} , $P_{1.1}$, $P_{1.2}$, $P_{2.2}$

式1の条件は P_x と P_f の比が整数倍に近い関係の場合には、モアレ縞のピッチが大きく目立ちやすくなり、整数倍から離れるとピッチが小さくかつ薄くなり、目立たなくなることを表わしている。 $n + 0.5$ 付近では、高調波モアレが生じるために不適当である。

【0016】以上より式2を満足するレンチキュラーレンズとサーキュラーフレネルレンズの組合わせに対し、式1の条件をすべて満足するようにリニアフレネルレンズのピッチを定めることにより、モアレ縞が目立たない背面投射型スクリーンを得ることができる。

【0017】次に本発明では、リニアフレネルレンズシートを以下のような形状とすることで、ロール成形により、材料としてポリメチルメタクリレートやポリカーボネート等の押出し成形可能な透光性樹脂を用いて、安定的かつ安価にリニアフレネルレンズシートを製造できることを見出した。

【0018】リニアフレネルレンズは図4に示したような形状で、図に示した光路を通り、投射光の向きを変えている。このときレンズの賦形が完全でなかった場合、レンズ先端部の形状が図のように丸くなる。これが大きくなると、投射光の一部が本来の方向と異なる方向に曲

式1の条件を満足することで、モアレ縞を目立たなくすることができることがわかった。

25 【0015】

式1

げられ、画面に明るさの不均一が発生するなどの不都合が生じる。しかしこの丸まりに関しては、図4に示されたように構成要素先端部には利用されない部分があるため、この範囲では、丸くなっても問題ない。さらにフレネルレンズ面の約90%で直線性が確保されていれば、スクリーンとして問題は生じない。また、むしろある程度丸い方がサーキュラーフレネルレンズとの擦れによる傷付きに関しては、良い結果を与え、その曲率半径は50 μ m以上であれば効果が期待できる。

【0019】ロール押出し成形では、板厚が薄いほど賦型が良く、前述の条件を満たすためには1.4mm以下にする必要があることがわかった。一方0.5mm以下の板厚では、押出し成形自体が困難であり、かつ成形品も弱く割れやすいため板厚は0.5mm以上とする必要がある。

【0020】次に、ゴーストと呼ばれる、メインの光以外の方向に出射される光について述べる。このゴーストの解析の結果、2種類の原因によるものがあることがわかった。第1は、図8に示すようにリニアフレネルレンズのフレネル面の山と谷を結ぶ面（ライズ面）の角度が出射光の角度よりも小さい場合に、この面での反射光が本来の方向とは別の方向で見えるため、白画面を映した際に虹状の模様が生じていたものである。これを防止す

るためこの、ライズ面は、出射光を遮らないような角度に設定される必要がある。

【0021】第2は、サーキュラーフレネルレンズおよびリニアフレネルレンズの内部との遮光に起因するもので、サーキュラーフレネルレンズシートまたはリニアフレネルレンズシートあるいはその両方に、可視光吸収材料を含ませることにより、シート内での反射によるゴーストと呼ばれる二重像を少なくすることができる。これは、入射後、レンズ面で反射した後、入射面で再び反射し、観視者側に出てくる光が、直接、通過してくる光に比べ、長い光路にわたって可視光吸収材料含有層を通過するためである。

【0022】表面反射の増加により、画面が暗くなる現象を防ぐため、スクリーンを構成するレンズシートの少なくとも1つの面に、レンズシート材料の屈折率より低い屈折率の薄膜を形成することが効果がある。形成方法としては、ディップコート、蒸着法等の方法が適用できる。これにより、表面反射が減少し、透過光の減衰が小さくなり、明るい画面が得られる。また外光の反射も減少するため、コントラストが向上する。

【0023】3枚式のスクリーンにおいては、吸水等の原因により、リニアフレネルレンズシートが反り、サーキュラーフレネルレンズシートとの間に隙間の生じることを防ぐため、あらかじめ、レンズ面凸の反りをリニアフレネルレンズに垂直に与えておくことが有効であり、その反り量としては、1m当り50mm～150mmが適当であり、それより小さいと効果がなく、大きいと逆に初期の状態では隙間が生じてしまうことが明らかになった。

上記のリニアフレネルレンズシートにレンズ面凸の反りをレンズ方向に垂直に施した、反り量は50mm（1m当り80mm）とした。その結果、スクリーン組立て後、60℃80%中で1週間放置後にリニアフレネルレンズシートとサーキュラーフレネルレンズシートとの間に隙間は生じなかった。比較例 リニアフレネルレンズの厚みを1.5mmとして成形したところ、図10に示すような形状の成形品しか得られず、これをスクリーンとした場合は、画面が暗くなり、背面投射型スクリーン用リニアフレネルレンズとしては、不適当である。

【0029】実施例1のリニアフレネルレンズのレンズピッチを0.6mmとしたところ、スクリーン斜め方向にモアレが生じた。このとき、(1, 2)方向のピッチとサーキュラーフレネルレンズのピッチとの比は2.11であり式1の条件を満たしていなかった。

【0030】ライズ角を図8のようにすべて0°としたリニアフレネルレンズシートをスクリーンに取り付けた

【0024】

【作用】本発明により上記のような構成により、薄型背面投射型画像表示装置のスクリーンを低コストで得ることができる。

05 【0025】

【実施例】

実施例1 図1に示した構成のスクリーンに使用するリニアフレネルレンズを作製した。サイズは対角40"、厚さ $t=0.9$ mm、ピッチ0.5mmとした。フレネル角度は27.5°～39.5°で連続的に変化している。この試料のフレネル角39°付近の断面を図9に示す。

15 【0026】この図の状態であれば光は図に示した光路を通り出射される。このとき、光束がレンズ構成要素の先端の丸まりにかかっていないことから、十分な賦形が得られていると判断される。またライズ面が出射光を遮ぎらない角度になっており、このライズ面が原因となるゴーストは発生しない。

20 【0027】このレンズシートを図1の構成で、ピッチ0.136mmのサーキュラーフレネルレンズシートと、ピッチ0.9mmのレンチキュラーレンズシートと組み合わせて取り付けした。このときの各レンズピッチと、サーキュラーフレネルレンズのピッチの関係は表1に示したとおりであり、式1, 2の関係を満たしている。この状態でスクリーンに対して斜め方向から画像を投写して画像評価したところ、モアレが目立たない均一で良好な画像が得られた。

【0028】

表 1

(1, 2)	(2, 1)	L
0.2425	0.3536	0.9
1.783	2.60	6.618

35 ところ、正規の像の他にゴーストが生じ、白画面を映した際に虹状の模様が生じた。

実施例2 実施例1のスクリーンにおいて、サーキュラーフレネルレンズに旭ガラス製、登録商標Cyt o pをディップ法により120mmコーティングを行ない、スクリーンの透過率を測定した。ここでサーキュラーフレネルレンズシートの屈折率は1.494であり、登録商標Cyt o pの屈折率は1.34である。その結果、コートのないもので92%の透過率であったものが、コートすることにより透過率が97.4%になり、透過率の向上が認められた。

45 実施例3 実施例1のスクリーンにおいてサーキュラーフレネルレンズシートに、透過率が可視光吸収材料を含有しないものに対し85%になるように、可視光吸収材料を含有させたスクリーン作製した。このスクリーンを使うことで、本来のメインの光は、吸収のないものの85%になるのに対し、2重像は、メインの光のほぼ10

倍の光路長となるため吸収のない時の約20%の強さになり、ほとんど見えなくなった。

【0031】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の形状で作製したリニアフレネルレンズシートを用いることにより、安定で、モアレの少ない、薄型プロジェクションTV用スクリーンが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の背面投射型スクリーンの原理図と投影系への適用例。

【図2】本発明の背面投射型スクリーンの原理図と投影系への適用例。

【図3】本発明の背面投射型スクリーンの原理図と投影系への適用例。

【図4】本発明のリニアフレネルレンズ中の光路の説明

図および、比較例の説明図。

【図5】本発明のリニアフレネルレンズ中の光路の説明図および、比較例の説明図。

【図6】本発明で解決されたモアレ縞の説明図およびモアレ縞原因の説明図。

【図7】本発明で解決されたモアレ縞の説明図およびモアレ縞原因の説明図。

【図8】本発明におけるゴースト対策の説明図。

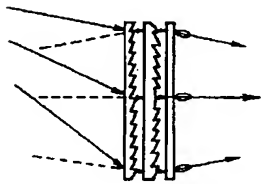
【図9】本発明の実施例および比較例の説明図。

【図10】本発明の実施例および比較例の説明図。

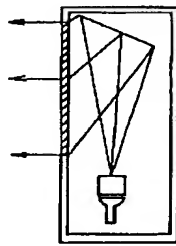
【図11】従来の背面投射型スクリーンの構成と投影系の説明図。

【図12】従来の背面投射型スクリーンの構成と投影系の説明図。

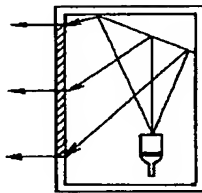
【図1】



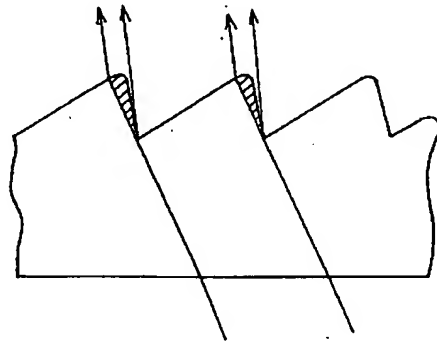
【図2】



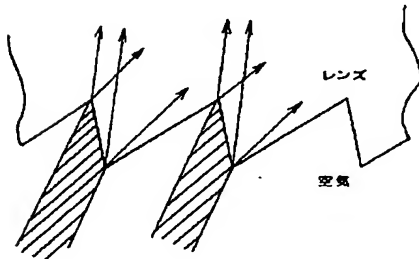
【図3】



【図4】



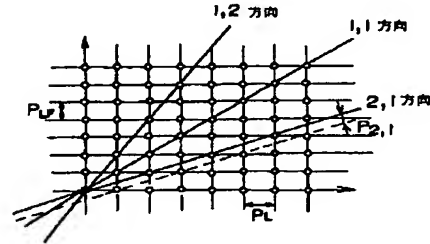
【図5】



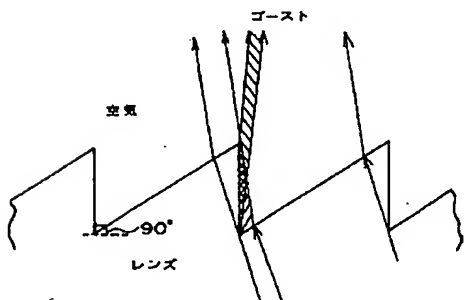
【図6】



【図7】



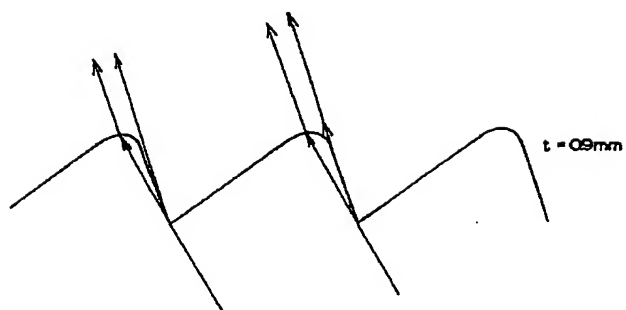
【図8】



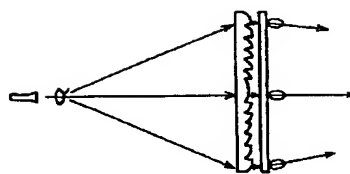
【図10】



【図9】



【図11】



【図12】

